PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-263122
(43)Date of publication of application : 11.10.1996

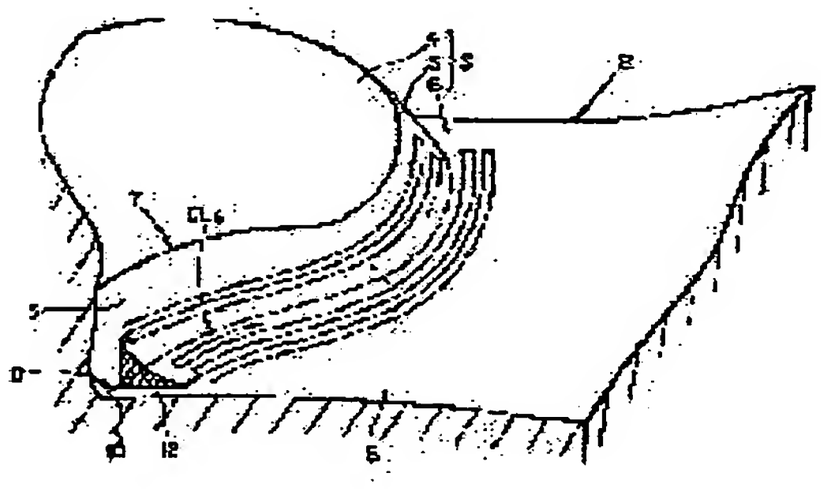
(51)Int.Cl. G05B 19/4093
B23C 3/00
B23Q 15/00

(21)Application number : 07-060241
(22)Date of filing : 20.03.1995

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD
(72)Inventor : ISHIDA KOJI
UCHIDA MASATOMO

(54) METHOD FOR MACHINING STEPPED WORK SURFACE

(57)Abstract:
PURPOSE: To make an unmachined part, formed nearby a concave surface part, small and uniform when the stepped work surface which is convex on one side and concave on the other side is machined by ball end mills having plural tool diameters in order.
CONSTITUTION: To machine the unmachined part 12 left nearby the concave surface 8 after the entire stepped work surface 3 is scanned and machined from the convex surface 7 to the concave surface 8 of the work 2 with a ball end mill having a relatively large diameter, the surface is scanned plural times and machined in conformity with the shape of the concave surface 8 in a direction crossing the concave surface 8 by using only a ball end mill having the smallest diameter. The periphery of the concave surface 8 is machined with the tool having the same and smallest diameter, so the work can be machined to uniform height to have a small unmachined part.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.07.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.09.2000
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-16320
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 12.10.2000
[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] The processing process of the 1st step of scanning said stage-like processing side to a direction, or this and the opposite direction which go to said concave surface by the tool of a major diameter comparatively, and processing them from said convex in case the stage-like processing side where one side in a work piece presents the shape of a convex, and another side presents the shape of a concave surface is processed, In order to process ****** which remained near [said] the concave surface after this processing process of the 1st step In the processing approach of the stage-like processing side which consists of a processing process of the 2nd step of scanning and processing the tool of a minor diameter in the direction which intersects said concave surface comparatively said processing process of the 2nd step The processing approach of the stage-like processing side characterized by considering as the process which processes it by imitating said concave surface configuration and carrying out a multiple-times scan only using the tool of the diameter of min.

[Translation done.]

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Industrial Application] This invention relates to the processing approach of a stage-like processing side of processing efficiently the stage-like processing side where one side in work pieces, such as press metal mold which produces the sheet-metal components for automobiles, presents the shape of a convex, and another side presents the shape of a concave surface by tools, such as a ball end mill with which NC machining center which is an NC machine tool was equipped.
[0002]
[Description of the Prior Art] Drawing 1 shows the example of a configuration of the work piece which has the stage-like processing side set as the object of this invention. Drawing 2 shows the cross-section configuration of the stage-like processing side.
[0003] In drawing 1 and drawing 2 , the stage-like processing side 3 of a work piece 2 consists of bases 6 connected to the inclined plane 5 connected with a top face 4 at this, and this inclined plane 5. At the work piece 2 which has such a stage-like processing side 3, the convex-like section 7 and the concave surface-like section 8 which are formed in the crease section of a field exist. It generates near the ridgeline 9 where a top face 4 and an inclined plane 5 are connected, and the convex-like section 7 generates the concave surface-like section 8 near the ridgeline 10 where an inclined plane 5 and a base 6 are connected. In addition, a field irregular to some extent is sufficient as each fields 4-6 also in respect of being smooth.
[0004] When it is going to form such a stage-like processing side 3, in order to raise a cutting efficiency, when cutting is started with the ball end mill of a larger path and shaving remnants occur, it cuts by changing into the small ball end mill of a path one by one, and shaving remnants are made to cut by using even the smallest ball end mill used as a desired value. In addition, as a machine tool with which it is equipped with a ball end mill, the NC machine tool of three five axis controls or the NC machine tool of five five axis controls is chosen.

[0005] NC data supplied to an NC machine tool are automatically created by inputting the configuration of the stage-like processing side 3, ******, the diameter of a tool of a ball end mill, etc. into the existing CAM system. In this case, NC data are created as the so-called cutter location data showing the locus at the tip of the ball end mill which is a tool.
[0006] Usually, as a tool, when six sorts of ball end mills, phi30, phi16, phi12, phi10, phi8, and phi6, are used, the tool locus CL 16 of the dotted line which the tool locus CL 30 of a continuous line as typically shown in drawing 3 is created, next starts the ball end mill of phi 16 of the following path concerning the ball end mill of phi 30 of an overall diameter is first created for a path. The tool locus of phi 16 is created so that the maximum shaving remnants part when shaving a work piece 2 with the ball end mill of phi 30 may be deleted.
[0007] With the locus of a tool (it is also called a ball end mill.) 1, the tool locus CL 16 as shown in drawing 3 is shown in drawing 4 R> 4. Sign 2a expresses a chipping allowance among drawing 4 , and the tool locus CL 16 is created as a tip locus of a tool 1.
[0008] although it deletes and the remainder does not generate in the convex-like section 7 when cutting (this processing is called field processing.) of the stage-like processing side 3 is carried out to the direction (direction shown in drawing 3) which goes to the concave surface-like section 8 from the convex-like section 7, or this opposite direction with a ball end mill 1 so that I may be understood from drawing 4 , in the concave surface-like section 8, the shown shaving remnants section (it also calls ******.) 12 which scattered-comes out of occurs.
[0009] In order to delete this ****** 12, as shown in drawing 5 , in the case of the tool 1 of a minor diameter, and an upper example, the tool locus CL 12 from which the peripheral surface of a tool 1 progresses in the direction which intersects the concave surface-like section 8 in the condition of always touching an inclined plane 5 and an inclined plane 6 is automatically created more by the ball end mill of phi 12. Thus, cutting on the basis of the ridgeline 10 of the concave surface-like section 8 is called corner processing.
[0010] and those for corner-further processing on the basis of the ridgeline 10 of the concave surface-like section 8 — the processing loci CL10 and CL8 of the tool of phi10 and phi8 of a minor diameter, and (not shown [both]) processing locus CL 6 of the tool of phi 6 of the diameter of min It is created automatically.
[0011] Drawing 6 shows the condition that the ball end of the tool 1 of phi 16 concerning field processing and the tool 1 of phi12-phi6 concerning corner processing is in contact with the inclined plane 5 and the base 6.
[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, when from the tool 1 of phi 12 to the tool 1 of phi 6 is used one by one and corner processing is performed as mentioned above, they are the inside of drawing 6 , and a sign A1. Sign A2 Whenever it exchanges a tool 1 in a part including the shown ridgeline 10 of the concave surface-like section 8, comparatively big ****** occurs every.
[0013] Drawing 7 is the sign A1 of drawing 6 in case it is what showed the example of ****** in this case concretely and the include angle of the concave surface-like section 8 is 90 degrees. The condition of that ****** concerning the section is expressed. In drawing 7 , a numeric value "2.0" and "1.0" express the pitch in which the tool 1 concerned advances in the direction of an arrow head, when exchanged in a tool 1. ****** and the so-called cusp — processing among drawing 7 — the balance — deltah1 to deltah4 It is expressed and those concrete values turn into a value shown below in this example. in addition, this processing — the balance — deltah1 to deltah4 It is easily calculated by the existing CAM system.
[0014]
deltah1 =0.072 deltah2 =0.023deltah3 =0.028 On deltah4 =0.036 actual, when it is press metal mold for a work piece 2 to manufacture the sheet-metal components of an automobile etc., grinding processing by finishing tools, such as a grinder which smooths the front face of a work piece 2 after processing by the ball end mill of phi 6 of the diameter of min, is performed by handicraft as a last finishing process of a product.
[0015] However, since the quality of the material of press metal mold etc. was the very hard quality of the material, this handicraft is a fairly complicated activity, and had the problem of also taking time amount.
[0016] In the grinding processing by this handicraft, when processing balance ** is higher, and when processing balance ** is uneven, since the grinding processing time becomes long further, it is desirable [processing balance **] that it is the smallest possible and uniform height.
[0017] It aims at offering the processing approach of the stage-like processing side which enables it to make into homogeneity ****** generated near the concave surface-like section few while it can reduce the classes of tool, in case this invention carries out sequential processing of the stage-like processing side where it is made in consideration of such a technical problem, and one side presents the shape of a convex and another side presents the shape of a concave surface by tools, such as a ball end mill of two or more diameters of a tool.
[0018]
[Means for Solving the Problem] When this invention processes the stage-like processing side where one side in a work piece presents the shape of a convex, and another side presents the shape of a concave surface, In order to process ****** which remained near [said] the concave surface after the processing process of the 1st step of scanning said stage-like processing side to a direction, or this and the opposite direction which go to said concave surface by the tool of a major diameter comparatively, and processing them from said convex, and this processing process of the 1st step In the processing approach of the stage-like processing side which consists of a processing process of the 2nd step of scanning and processing the tool of a minor diameter in the direction which intersects said concave surface comparatively, said processing process of the 2nd step is characterized by considering as the process which processes it by imitating said concave surface configuration and carrying out a multiple-times scan only using the tool of the diameter of min.
[0019]
[Function] After scanning and processing a stage-like processing side on a direction, or this and the opposite direction which go to a concave surface from the convex of a work piece by the tool of a major diameter comparatively, in order to process ****** which remained near the concave surface according to this invention, only the tool of the diameter of min is used and it is made to process it in the direction which intersects said concave surface by imitating said concave surface configuration and carrying out a multiple-times scan. Since he is trying for the deer of the diameter of the same to also process it near the concave surface by the tool of the diameter of min, it is homogeneity height and little processing of ****** can be performed.
[0020]
[Example] Hereafter, one example of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, in the drawing referred to below, the same sign is attached to what was shown in above-mentioned drawing 1 - drawing 7 , and a corresponding thing, and the detailed explanation is omitted. Moreover, since above-mentioned drawing 1 R> 1 - drawing 5 are the drawings also corresponding to this invention, hereafter, these drawings are also referred to suitably and they explain them.
[0021] Usually, tool locus data, i.e., cutter location data, are created by the CAM system. On the other hand, this invention can use the CAM system of the arbitration which can ask for the tool locus at the time of using from tools, such as a ball end mill of a major diameter with the big amount of cutting, to tools, such as a ball end mill of the minor diameter where the amount of cutting is small, one by one, and cutting a work piece to the configuration definition line of an arbitration include angle. Then, in order to avoid complicatedness, in this example, explanation of the CAM system itself is omitted and it explains only using the flow chart concerning the program of the computer which constitutes that CAM system. In addition, as a tool, although not only the ball end mill of ball shape but a cutting edge may use end mills, such as a straight tooth, a helical tooth, or an abbreviation campanulate cutting edge, in order that a cutting edge may make an understanding easy in this example, it explains as that whose tool is a ball end mill.
[0022] A CAM system as everyone knows Moreover, a computer {central processing unit (CPU), The read-only

memory in which the I/O Port connected to this central processing unit, the system program, etc. were written (ROM), Random access memory to which preservation etc. carries out processed data temporarily (it is RAM) External memory} in which application programs, such as NC data origination program, a graphics-processing program, etc. for creating write-in read-out memory, tool locus data, etc., were written, In addition, output units, such as a display and Printer/Plotter, are consisted of by input-device lists, such as a tablet for digitizers, a mouse, a keyboard, and a volume switch.
[0023] Drawing 8 is a flow chart with which explanation of one example of this invention is presented.
[0024] As mentioned above, drawing 1 shows the example of a configuration of the work piece 2 which has the stage-like processing side 3 set as the object of this invention.
[0025] In drawing 1 , the stage-like processing side 3 of a work piece 2 consists of bases 6 connected to the inclined plane 5 connected with a top face 4 at this, and this inclined plane 5.
[0026] As tool locus data of the stage-like processing side 3 of a work piece 2, the tool locus CL 16 of field processing of the dotted line which the tool locus CL 30 of field processing of a continuous line shown typically is created by drawing 3 , next starts the tool of phi 16 of the path of the following magnitude concerning the tool of an overall diameter phi 30 is created first (step S1).
[0027] The whole abbreviation surface of the stage-like processing side 3 is processed by the scan of a ball end mill based on these tool loci CL16 and CL30.
[0028] However, as explained with reference to drawing 4 , when cutting (this processing is called field processing.) of the stage-like processing side 3 is carried out to the direction (direction shown in drawing 3) which goes to the concave surface-like section 8 from the convex-like section 7, or this opposite direction with a ball end mill, although it deletes and the remainder is not generated in the convex-like section 7, it scattered-comes out and the concave surface-like section 8 shows -- as -- deleting -- the remnants section (it is also called ******.) 12 occurs.
[0029] This ****** 12 is deleted by this invention only using the ball end mill of the diameter of min of the diameter phi 6 of a tool. In this case, as for the height of ****** 12, i.e., a chipping allowance, it is desirable that it is a value below the diameter of min and the possible amount of the permission maximum cutting of deleting with the ball end mill of phi 6 in this case. What is necessary is for the ball end mill of a major diameter just to perform field processing until in other words ****** 12 becomes a value below the possible amount of the permission maximum cutting of deleting with the ball end mill of the diameter of min.
[0030] Next, tool locus CL 6 of the so-called corner processing by which the peripheral surface which is the cutting part of a ball end mill 1 progresses in the direction which intersects the concave surface-like section 8 in the condition of always touching an inclined plane 5 and a base 6, with the ball end mill 1 of phi 6 the same with having been shown in drawing 5 as shown in drawing 9 It creates.
[0031] This tool locus CL 6 It is also hereafter called a criteria tool locus. By this invention, it is this criteria tool locus CL 6. It is based, and as shown in drawing 10 , two or more tool locus CN6-N (N= 1, 2 and 3, --, n) which imitates in the direction which is made to offset to an inclined plane 5 and base 6 side, and crosses the concave surface-like section 8 occurs. In addition, tool locus CN6-N It is made to generate so that the inclined plane 5 or base 6 whose cutting part of a ball end mill 1 is a configuration definition side may be touched. What is necessary is just to set up a several n tool locus so that it may become processing balance ** which can be permitted after processing.
[0032] In order for an intelligible example to explain, it explains that the inclined plane 5 and both of the bases 6 which form the concave surface-like section 8 are a flat surface, and it is the part which makes the obtuse angle an inclined plane 5 and whose base 6 are 130 degrees, and crosses as now shown in drawing 11 .
[0033] The line drawn on the bottom shows flat-surface (XY flat surface) ** of 14 tool loci CL 6-1 - CL 6-14 created to the concave surface-like section 8 of a work piece 2 among drawing 11 . The tool locus CL 6-14 is the criteria tool locus CL 6. It is the locus of an equal location.
[0034] The locus of one ball end mill BN (N= 1, 2, --, 8, 9, -- 14) which expressed with the circle which scans a work-piece 2 top typically is expressed to the bottom among drawing 11 . The inside of drawing by the side of besides, and ball end mill BN In case a work piece 2 is processed, it goes on in the direction which intersects perpendicularly with space.
[0035] In drawing 11 , a sign 21 and a sign 22 are contacts to which the peripheral surface of the ball end mill 1 of phi 16 touches an inclined plane 5 and a base 6, respectively. A sign 23 and a sign 24 are the criteria tool locus CL 6. The peripheral surface of the ball end mill B14 of phi starting 6 is the contact which touches an inclined plane 5 and a base 6, respectively.
[0036] Tool locus CL6-N It generates in that numerical order and is a ball end mill BN. It is scanned in this sequence. namely, first from the small processing balance ** side of a side far from the ridgeline 10 of an inclined plane 5 or a base 6 A ball end mill B1 (tool locus CL 6-1) and B-2 (tool locus CL 6-2), A processing scan is carried out with -- and B7 (tool locus CL 6-7). Next, the small processing balance ** side of the opposite side to the ball end mill B8 (tool locus CL 6-8), A processing scan is carried out with B9 (tool locus CL-9) and --, and the processing scan of the criteria tool locus CL 6-14 (CL6) top of a center section is carried out with a ball end mill B14 at the last.
[0037] Thus, if it is processed, it will be a ball end mill BN. The load which wins popularity decreases and the possibility of breakage is reduced as much as possible.
[0038] In addition, ball end mill BN of phi 6 Since it is sent in 0.5-0.6mm pitch, they are usually the inside of

drawing 11 , and a pitch P1. It is set as P1 =0.6. Pitch P2 by the side of the innermost Ball end mill B7 And in consideration of the load to a ball end mill B13 becoming large, it is made P2 =0.3 and a short pitch. That is, the pitch is shortened by the part by which a processing load becomes large. Pitch P1 ' is a pitch P1. Since it is a cosine, it is P1 '=0.38. Thus, processing balance ** at the time of processing it was about 0.015mm.
[0039] Moreover, ball-end-mill B-2 Ball end mill B9 Although arranged on the contact 21 of the ball end mill 1 of phi 16, and 22, allowances were seen and the ball end mill B1 (tool locus CL 6-1) and the ball end mill B8 (tool locus CL 6-8) are arranged on the one outside, respectively.
[0040] As explained with reference to drawing 11 , it is the criteria tool locus CL 6 at step S2. This tool locus CL 6 after generating In the predetermined pitch in consideration of the amount of the permission maximum cutting of a tool 1, ******, etc., to the location which overlaps the contacts 21 and 22 of the tool of phi 16 of field processing, sequential offset is carried out and it generates in a base 6 and inclined plane 5 side (step S3). In addition, this step S3 is the tool locus CL 6 on XY flat surface to the beginning. It is tool locus CL6-N to the location of an above-mentioned request at pitch spacing symmetrical with abbreviation with right and left. It is made to generate and you may make it generate so that it may be made to offset along the shaped surface of a three dimension after that to the location where Z shaft orientations touch.
[0041] And tool locus CL6-N generated at step S3 By relation with ******, it is a ball end mill BN. In consideration of floor to floor time, sequence is decided and it connects so that the applied load may become large gradually (step S4).
[0042] Subsequently, the tool locus which carried out in this way and was determined can be changed into NC data (step S5), and a work piece 2 can be processed into the radical of control of the NC control unit by the tool 1 with which the 5 shaft NC machining center was equipped by supplying NC control unit which controls the 5 shaft NC machining center which is not illustrated, and which is 5 shaft NC machine tool.
[0043] Thus, according to the above-mentioned example, it becomes possible to process conventionally corner processing which was being performed with four ball end mills, phi12, phi10, phi8, and phi6, 1 only by one of the ball end mill 1 of phi 6 of the diameter of min, and, moreover, processing balance ** can be made small as compared with the former.
[0044] In addition, as for this invention, it is needless to say that various configurations can be taken, without deviating not only from an above-mentioned example but from the summary of this invention.
[0045]
[Effect of the Invention] In order to process ****** which remained near the concave surface according to this invention after scanning and processing the whole stage-like processing side surface on a direction, or this and the opposite direction which go to a concave surface from the convex of a work piece by the tool of a major diameter comparatively as explained above, only the tool of the diameter of min is used and it is made to process it in the direction which intersects said concave surface by imitating said concave surface configuration and carrying out a multiple-times scan. Near the concave surface, since he is trying to process it by the tool of the diameter of min moreover, it is homogeneity height and the effectiveness of the diameter of the same that little processing of ****** can be performed is attained.
[0046] Therefore, especially, the processing time of the grinding finishing activity of handicraft can be shortened as much as possible, and the derivative effectiveness that an operator's burden can be reduced is attained.
[0047] Furthermore, since the turnover rate of a tool decreases, while the time amount which housekeeping takes is reducible, since the class of tool can be lessened, the derivative effectiveness that management of a tool becomes easy is also acquired.

[Translation done.]

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1] It is drawing with which explanation of a stage-like processing side is presented.
[Drawing 2] It is the typical sectional view of a stage-like processing side.
[Drawing 3] It is drawing describing the tool locus of field processing to a stage-like processing side.
[Drawing 4] It is drawing with which the explanation of operation at the time of carrying out field processing of the stage-like processing side with a ball end mill is presented.
[Drawing 5] It is drawing with which explanation of corner processing to a stage-like processing side is presented.
[Drawing 6] They are other drawings with which explanation of corner processing to a stage-like processing side is presented.
[Drawing 7] It is drawing with which explanation of ****** after carrying out corner processing like the example of drawing 6 by two or more tools by which paths differ is presented.
[Drawing 8] It is the flow chart with which explanation of the example of this invention of operation is presented.
[Drawing 9] It is drawing of others [pan / with which explanation of corner processing to a stage-like processing side is presented].
[Drawing 10] It is drawing with which explanation of the tool locus concerning one example of this invention is presented.
[Drawing 11] They are other drawings with which explanation of the tool locus concerning one example of this invention is presented.
[Description of Notations]
1 — Tool 2 — Work piece
3 — Stage-like processing side 4 — Top face
5 — Inclined plane 6 — Base
7 — Convex-like section 8 — Concave surface-like section
9 Ten — Ridgeline CL — Tool locus

[Translation done.]

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)**公開特許公報**（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平8－263122

(43)公開日　平成８年(1996)10月11日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ		技術表示箇所
Ｇ０５Ｂ　19/4093			Ｇ０５Ｂ　19/403	Ｆ	
Ｂ２３Ｃ　3/00			Ｂ２３Ｃ　3/00		
Ｂ２３Ｑ　15/00	３０１		Ｂ２３Ｑ　15/00	３０１Ｋ	
			Ｇ０５Ｂ　19/403	Ｎ	

審査請求　未請求　請求項の数１　ＯＬ　（全８頁）

(21)出願番号　特願平7－60241

(22)出願日　平成７年(1995)３月20日

(71)出願人　000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目１番１号
(72)発明者　石田　康二
埼玉県狭山市新狭山１－10－１　ホンダエンジニアリング株式会社内
(72)発明者　内田　雅智
埼玉県狭山市新狭山１－10－１　ホンダエンジニアリング株式会社内
(74)代理人　弁理士　千葉　剛宏　（外１名）

(54)【発明の名称】　段状加工面の加工方法

(57)【要約】
【目的】一方が凸面状、他方が凹面状を呈する段状加工面を複数の工具径のボールエンドミルで順次加工する際、凹面状部近傍に発生する加工残を少なくかつ均一にする。
【構成】比較的大径のボールエンドミルによりワーク２の凸面７から凹面８へ向かう方向に段状加工面３の全面を走査して加工した後、凹面８近傍に残った加工残１２を加工するために、最小径のボールエンドミルのみを用い、凹面８と交差する方向に凹面８形状に倣って複数回走査して加工を行うようにしている。凹面８近傍を同一径のしかも最小径の工具で加工するようにしているので、均一高さでかつ加工残の少ない加工を行うことができる。

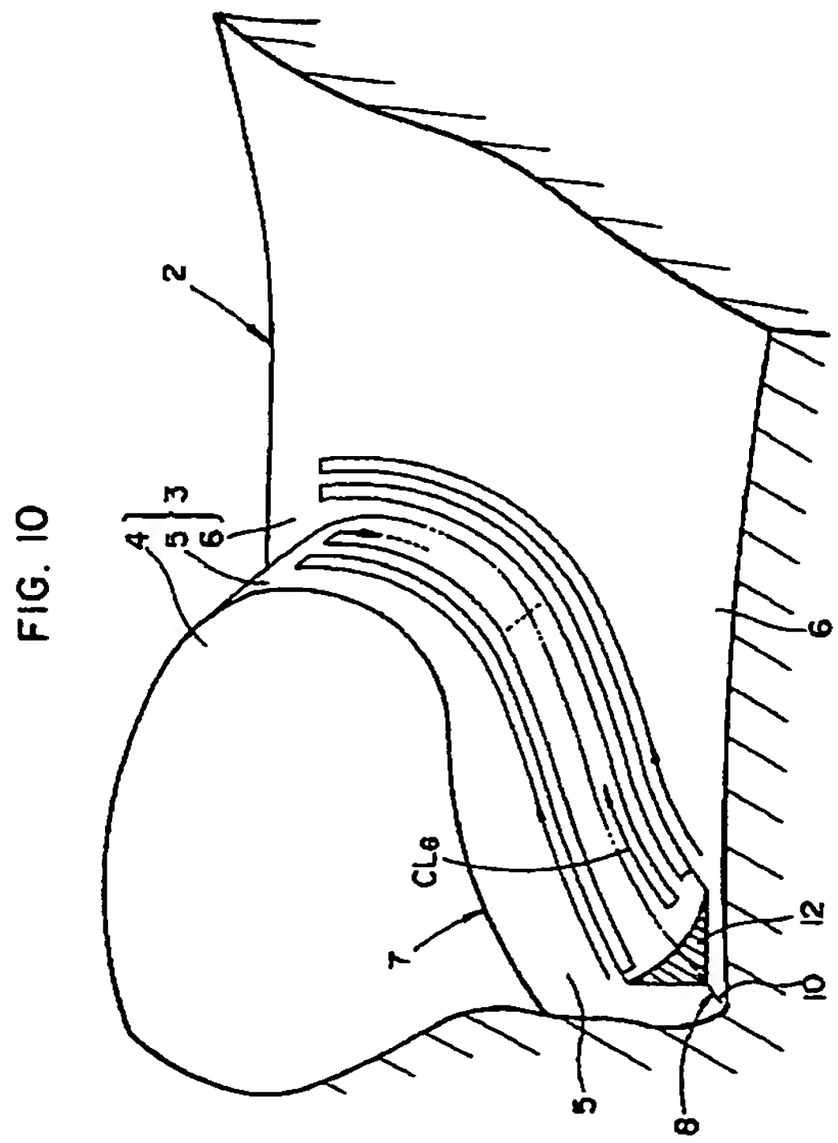


FIG. 10

【特許請求の範囲】
【請求項１】ワーク中の一方が凸面状、他方が凹面状を呈する段状加工面を加工する際、前記凸面から前記凹面へ向かう方向又はこれと反対方向に比較的大径の工具により前記段状加工面を走査して加工する第１段階の加工工程と、この第１段階の加工工程後に前記凹面近傍に残った加工残を加工するために、前記凹面と交差する方向に比較的小径の工具を走査して加工する第２段階の加工工程とからなる段状加工面の加工方法において、
前記第２段階の加工工程は、最小径の工具のみを用い、前記凹面形状に倣って複数回走査して加工を行う工程としたことを特徴とする段状加工面の加工方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】この発明は、自動車用の板金部品を生産するプレス金型等のワーク中の一方が凸面状、他方が凹面状を呈する段状加工面をＮＣ工作機械であるＮＣマシニングセンタ等に装着されたボールエンドミル等の工具により効率よく加工する段状加工面の加工方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】図１は、この発明の対象となる段状加工面を有するワークの構成例を示している。図２は、その段状加工面の断面形状を示している。
【０００３】図１と図２において、ワーク２の段状加工面３は、上面４とこれに接続される傾斜面５とこの傾斜面５に接続される底面６とから構成されている。このような段状加工面３を有するワーク２では、面の折れ部で形成される凸面状部７と凹面状部８とが存在する。凸面状部７は、上面４と傾斜面５とが接続される稜線９の近傍に発生し、凹面状部８は、傾斜面５と底面６とが接続される稜線１０の近傍に発生する。なお、各面４～６は、滑らかな面でも、ある程度凹凸のある面でもよい。
【０００４】このような段状加工面３を形成しようとする場合、切削効率を向上させるために、より大きい径のボールエンドミルにより切削を開始して、削り残しが発生した場合、順次、径の小さなボールエンドミルに変更して切削を行い、削り残しが所望の値となる最も小さいボールエンドミルまでを用いて切削を行うようにしている。なお、ボールエンドミルが装着される工作機械としては、３軸制御のＮＣ工作機械又は５軸制御のＮＣ工作機械が選択される。
【０００５】ＮＣ工作機械に供給されるＮＣデータは、既存のＣＡＭシステムに、段状加工面３の形状、加工残、ボールエンドミルの工具径等を入力することにより自動的に作成される。この場合、ＮＣデータは、工具であるボールエンドミルの先端の軌跡を表す、いわゆるＣＬデータとして作成される。
【０００６】通常、工具として、径が、例えば、φ３０、φ１６、φ１２、φ１０、φ８、φ６の６種のボールエンドミルが用いられる場合、まず、最大径のφ３０のボールエンドミルに係る、図３に模式的に示すような、実線の工具軌跡ＣＬ30が作成され、次に、その次の径のφ１６のボールエンドミルに係る点線の工具軌跡ＣＬ16が作成される。φ１６の工具軌跡は、φ３０のボールエンドミルによりワーク２を削ったときの最大削り残し部分を削るように作成される。
【０００７】図３に示したような工具軌跡ＣＬ16を工具（ボールエンドミルともいう。）１の軌跡とともに、図４に示す。図４中、符号２ａは、削り代を表し、工具軌跡ＣＬ16は工具１の先端軌跡として作成されている。
【０００８】図４から理解されるように、段状加工面３を、凸面状部７から凹面状部８に向かう方向（図３に示した方向）又はこの反対方向にボールエンドミル１で切削加工（この加工は面加工といわれる。）した場合、凸面状部７では削り残りは発生しないが、凹面状部８では点々で示す削り残し部（加工残ともいう。）１２が発生する。
【０００９】この加工残１２を削るために、より小径の工具１、上例の場合φ１２のボールエンドミルにより、例えば、図５に示すように、工具１の周面が傾斜面５と傾斜面６とに常に接する状態で、凹面状部８と交差する方向に進む工具軌跡ＣＬ12が自動的に作成される。このように、凹面状部８の稜線１０を基準とする切削加工を隅加工という。
【００１０】そして、さらに、凹面状部８の稜線１０を基準とする隅加工用のより小径のφ１０、φ８の工具の加工軌跡ＣＬ10、ＣＬ8 （共に図示していない）及び最小径のφ６の工具の加工軌跡ＣＬ6 が自動的に作成される。
【００１１】図６は、面加工に係るφ１６の工具１と隅加工に係るφ１２～φ６の工具１のボールエンドが傾斜面５と底面６とに接している状態を示している。
【００１２】
【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のように、φ１２の工具１からφ６の工具１までを順次用いて隅加工を行った場合、図６中、符号Ａ1 と符号Ａ2 で示す凹面状部８の稜線１０を含む部分で工具１を交換する度毎に比較的大きな加工残が発生する。
【００１３】図７は、この場合の加工残の例を具体的に示したもので、凹面状部８の角度が９０° の場合の図６の符号Ａ1 部に係るその加工残の状態を表したものである。図７において、数値「２．０」、「１．０」は工具１が交換されたときに当該工具１が矢印方向に進むピッチを表している。加工残、いわゆるカスプは、図７中、加工残高さΔｈ1 ～Δｈ4 で表され、この例において、それらの具体的な値は、次に示す値になる。なお、この加工残高さΔｈ1 ～Δｈ4 は既存のＣＡＭシステムにより容易に計算される。
【００１４】

Δh_1 ＝０．０７２　　Δh_2 ＝０．０２３
Δh_3 ＝０．０２８　　Δh_4 ＝０．０３６
実際上、ワーク２が自動車の板金部品を製作するためのプレス金型等である場合、最小径のφ６のボールエンドミルによる加工後にワーク２の表面を滑らかにするグラインダー等の仕上げ工具による研削処理が製品の最終仕上げ工程として手作業により行われる。

【００１５】しかしながら、プレス金型等の材質は非常に硬い材質であるため、この手作業は相当に煩雑な作業であり、かつ時間もかかるという問題があった。

【００１６】この手作業による研削処理の場合、加工残高さがより高い場合、また、加工残高さが不均一な場合、一層研削処理時間が長くなってしまうので加工残高さはできるだけ小さく、かつ均一な高さであることが好ましい。

【００１７】この発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、一方が凸面状、他方が凹面状を呈する段状加工面を複数の工具径のボールエンドミル等の工具で順次加工する際、工具の種類を削減できるとともに、凹面状部近傍に発生する加工残を少なくかつ均一にすることを可能とする段状加工面の加工方法を提供することを目的とする。

【００１８】

【課題を解決するための手段】この発明は、ワーク中の一方が凸面状、他方が凹面状を呈する段状加工面を加工する際、前記凸面から前記凹面へ向かう方向又はこれと反対方向に比較的大径の工具により前記段状加工面を走査して加工する第１段階の加工工程と、この第１段階の加工工程後に前記凹面近傍に残った加工残を加工するために、前記凹面と交差する方向に比較的小径の工具を走査して加工する第２段階の加工工程とからなる段状加工面の加工方法において、前記第２段階の加工工程は、最小径の工具のみを用い、前記凹面形状に倣って複数回走査して加工を行う工程としたことを特徴とする。

【００１９】

【作用】この発明によれば、比較的大径の工具によりワークの凸面から凹面へ向かう方向又はこれと反対方向に段状加工面を走査して加工した後、凹面近傍に残った加工残を加工するために、最小径の工具のみを用い、前記凹面と交差する方向に前記凹面形状に倣って複数回走査して加工を行うようにしている。凹面近傍を同一径のしかも最小径の工具で加工するようにしているので、均一高さでかつ加工残の少ない加工を行うことができる。

【００２０】

【実施例】以下、この発明の一実施例について図面を参照して説明する。なお、以下に参照する図面において、上記図１～図７に示したものと対応するものには同一の符号を付けてその詳細な説明は省略する。また、上記図１～図５は、本発明にも対応する図面であるので、以下、これらの図面も適宜参照して説明する。

【００２１】通常、工具軌跡データ、すなわちＣＬデータはＣＡＭシステムにより作成される。一方、この発明は、切削量の大きな大径のボールエンドミル等の工具から切削量の小さい小径のボールエンドミル等の工具までを順次用いてワークを任意角度の形状定義線まで切削する際の工具軌跡を求めることのできる任意のＣＡＭシステムを用いることができる。そこで、煩雑さを避けるため、この実施例では、ＣＡＭシステム自体の説明を省略し、そのＣＡＭシステムを構成するコンピュータのプログラムに係るフローチャートのみを用いて説明する。なお、工具としては、切刃がボール形状のボールエンドミルに限らず、切刃が直刃、ねじれ刃又は略釣鐘状の刃等のエンドミルを用いてもよいが、この実施例では、理解を容易にするため、工具がボールエンドミルであるものとして説明する。

【００２２】また、ＣＡＭシステムは、周知のように、コンピュータ〔中央処理装置（ＣＰＵ）と、この中央処理装置に接続されるＩ／Ｏポート、システムプログラム等が書き込まれた読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）、処理データを一時的に保存等するランダムアクセスメモリ（ＲＡＭであり、書き込み読み出しメモリ）、工具軌跡データ等を作成するためのＮＣデータ作成プログラム・図形処理プログラム等のアプリケーションプログラムが書き込まれた外部メモリ〕、その他、デジタイザ用のタブレット、マウス、キーボード及びボリュームスイッチ等の入力装置並びにディスプレイ、プリンタプロッタ等の出力装置とから構成される。

【００２３】図８は、この発明の一実施例の説明に供されるフローチャートである。

【００２４】上述したように、図１は、この発明の対象となる段状加工面３を有するワーク２の構成例を示している。

【００２５】図１において、ワーク２の段状加工面３は、上面４とこれに接続される傾斜面５とこの傾斜面５に接続される底面６とから構成されている。

【００２６】ワーク２の段状加工面３の工具軌跡データとして、まず、最大径φ３０の工具に係る、図３に模式的に示す、実線の面加工の工具軌跡CL_{30}が作成され、次に、その次の大きさの径のφ１６の工具に係る点線の面加工の工具軌跡CL_{16}が作成される（ステップＳ１）。

【００２７】この工具軌跡CL_{16}、CL_{30}に基づくボールエンドミルの走査により段状加工面３の略全面が加工される。

【００２８】しかし、図４を参照して説明したように、段状加工面３を、凸面状部７から凹面状部８に向かう方向（図３に示した方向）又はこの反対方向にボールエンドミルで切削加工（この加工は面加工といわれる。）した場合、凸面状部７では削り残りは発生しないが、凹面状部８では点々で示すように削り残し部（加工残ともい

う。）１２が発生する。

【００２９】この加工残１２を、この発明では、工具径φ６の最小径のボールエンドミルのみを用いて削る。この場合、加工残１２の高さ、すなわち、削り代は、最小径、この場合φ６のボールエンドミルで削ることの可能な許容最大切削量以下の値になっていることが好ましい。言い換えれば、加工残１２が、最小径のボールエンドミルで削ることの可能な許容最大切削量以下の値になるまでは、大径のボールエンドミルで面加工を行えばよい。

【００３０】次に、図５に示したのと同様に、図９に示すように、φ６のボールエンドミル１により、ボールエンドミル１の刃部である周面が傾斜面５と底面６とに常に接する状態で、凹面状部８と交差する方向に進む、いわゆる隅加工の工具軌跡ＣＬ$_6$ を作成する。

【００３１】この工具軌跡ＣＬ$_6$ は以下、基準工具軌跡ともいう。この発明では、この基準工具軌跡ＣＬ$_6$ に基づいて、図１０に示すように、傾斜面５側と底面６側にオフセットさせて凹面状部８を交差する方向に倣うような複数の工具軌跡ＣＮ$_{6-N}$ （Ｎ＝１，２，３，…，ｎ）が発生する。なお、工具軌跡ＣＮ$_{6-N}$ は、ボールエンドミル１の刃部が形状定義面である傾斜面５又は底面６に接するように発生させる。工具軌跡数ｎは、加工後に許容しうる加工残高さになるように設定すればよい。

【００３２】分かり易い具体例で説明するために、今、図１１に示すように、凹面状部８を形成する傾斜面５と底面６とが２つとも平面であって、かつ傾斜面５と底面６とが１３０°の鈍角をなして交差する部分であるとして説明する。

【００３３】図１１中、下側に描いた線は、ワーク２の凹面状部８に対して作成された１４本の工具軌跡ＣＬ$_{6-1}$ ～ＣＬ$_{6-14}$の平面（ＸＹ平面）視を示している。工具軌跡ＣＬ$_{6-14}$は、基準工具軌跡ＣＬ$_6$ と等しい位置の軌跡である。

【００３４】図１１中、上側には、ワーク２上を、走査する円で模式的に表した１個のボールエンドミルＢＮ（Ｎ＝１，２，…，８，９，…１４）の軌跡を表している。この上側の図中、ボールエンドミルＢＮ は、ワーク２を加工する際、紙面と直交する方向に進行する。

【００３５】図１１において、符号２１と符号２２は、φ１６のボールエンドミル１の周面がそれぞれ傾斜面５と底面６に接する接点である。符号２３と符号２４は、基準工具軌跡ＣＬ$_6$ に係るφ６のボールエンドミルＢ$_{14}$の周面がそれぞれ傾斜面５と底面６に接する接点である。

【００３６】工具軌跡ＣＬ$_{6-N}$ は、その番号順に発生し、ボールエンドミルＢＮ は、この順番で走査される。すなわち、まず、傾斜面５又は底面６の稜線１０から遠い側の加工残高さの小さい側から、ボールエンドミルＢ$_1$ （工具軌跡ＣＬ$_{6-1}$ ）、Ｂ$_2$（工具軌跡ＣＬ$_{6-2}$ ）、…、Ｂ$_7$ （工具軌跡ＣＬ$_{6-7}$ ）と加工走査され、次に、反対側の加工残高さの小さい側からボールエンドミルＢ８ （工具軌跡ＣＬ$_{6-8}$ ）、Ｂ$_9$ （工具軌跡ＣＬ$_{-9}$）、…と加工走査され、最後に、中央部の基準工具軌跡ＣＬ$_{6-14}$（ＣＬ$_6$ ）上をボールエンドミルＢ$_{14}$で加工走査される。

【００３７】このように加工すれば、ボールエンドミルＢＮ が受ける負荷が少なくなり、折損の可能性が可及的に低減される。

【００３８】なお、φ６のボールエンドミルＢＮ は、通常、０．５～０．６ｍｍピッチで送られるので、図１１中、ピッチＰ$_1$ はＰ$_1$ ＝０．６に設定されている。最内側のピッチＰ$_2$ はボールエンドミルＢ$_7$ 及びボールエンドミルＢ$_{13}$に対する負荷が大きくなることを考慮してＰ$_2$ ＝０．３と短いピッチにしている。すなわち、加工負荷が大きくなる部位では、ピッチを短くしている。ピッチＰ$_1$ ′は、ピッチＰ$_1$ の余弦であるので、Ｐ$_1$ ′＝０．３８である。このようにして、加工した場合の加工残高さは約０．０１５ｍｍであった。

【００３９】また、ボールエンドミルＢ$_2$ とボールエンドミルＢ$_9$ はφ１６のボールエンドミル１の接点２１、２２上に配置されるが、余裕をみて、それぞれ、１つ外側にボールエンドミルＢ$_1$ （工具軌跡ＣＬ$_{6-1}$ ）とボールエンドミルＢ$_8$ （工具軌跡ＣＬ$_{6-8}$ ）を配置している。

【００４０】図１１を参照して説明したように、ステップＳ２で基準工具軌跡ＣＬ$_6$ が発生した後、この工具軌跡ＣＬ$_6$ を工具１の許容最大切削量、及び加工残等を考慮した所定ピッチで底面６側及び傾斜面５側に、面加工のφ１６の工具の接点２１、２２とオーバラップする位置まで順次オフセットさせて発生する（ステップＳ３）。なお、このステップＳ３は、最初に、ＸＹ平面上で工具軌跡ＣＬ$_6$ の左右に略対称なピッチ間隔で上述の所望の位置まで工具軌跡ＣＬ$_{6-N}$ を発生させ、その後、３次元の形状面に沿って、Ｚ軸方向の接する位置までオフセットさせるように発生させてもよい。

【００４１】そして、ステップＳ３で発生した工具軌跡ＣＬ$_{6-N}$ を加工残との関係で、ボールエンドミルＢＮ にかかる負荷が徐々に大きくなるように、かつ加工時間を考慮して順番を決めて接続する（ステップＳ４）。

【００４２】ついで、このようにして決定した工具軌跡をＮＣデータに変換して（ステップＳ５）、図示しない、５軸ＮＣ工作機械である５軸ＮＣマシニングセンタを制御するＮＣ制御装置に供給することで、そのＮＣ制御装置の制御の基に、５軸ＮＣマシニングセンタに装着された工具１によりワーク２を加工することができる。

【００４３】このように、上述の実施例によれば、従来、φ１２、φ１０、φ８、φ６の４本のボールエンドミル１により行っていた隅加工を最小径のφ６のボールエンドミル１の１本のみで加工を行うことが可能とな

り、しかも、加工残高さを従来に比較して小さくすることができる。

【００４４】なお、この発明は上述の実施例に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採りうることは勿論である。

【００４５】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、比較的大径の工具によりワークの凸面から凹面へ向かう方向又はこれと反対方向に段状加工面全面を走査して加工した後、凹面近傍に残った加工残を加工するために、最小径の工具のみを用い、前記凹面と交差する方向に前記凹面形状に倣って複数回走査して加工を行うようにしている。凹面近傍を同一径のしかも最小径の工具で加工するようにしているので、均一高さでかつ加工残の少ない加工を行うことができるという効果が達成される。

【００４６】したがって、特に、手作業の研削仕上げ作業の処理時間を可及的に短くすることができて、作業者の負担を減らすことができるという派生的な効果が達成される。

【００４７】さらに、工具の交換回数が少なくなるので、段取りに要する時間が削減できるとともに、工具の種類を少なくできるので工具の管理が容易になるという派生的な効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図１】段状加工面の説明に供される図である。

【図２】段状加工面の模式的断面図である。

【図３】段状加工面に対する面加工の工具軌跡を描いた図である。

【図４】段状加工面をボールエンドミルにより面加工する際の動作説明に供される図である。

【図５】段状加工面に対する隅加工の説明に供される図である。

【図６】段状加工面に対する隅加工の説明に供される他の図である。

【図７】図６例のように、径の異なる複数の工具により隅加工した後の加工残の説明に供される図である。

【図８】この発明の実施例の動作説明に供されるフローチャートである。

【図９】段状加工面に対する隅加工の説明に供されるさらに他の図である。

【図１０】この発明の一実施例に係る工具軌跡の説明に供される図である。

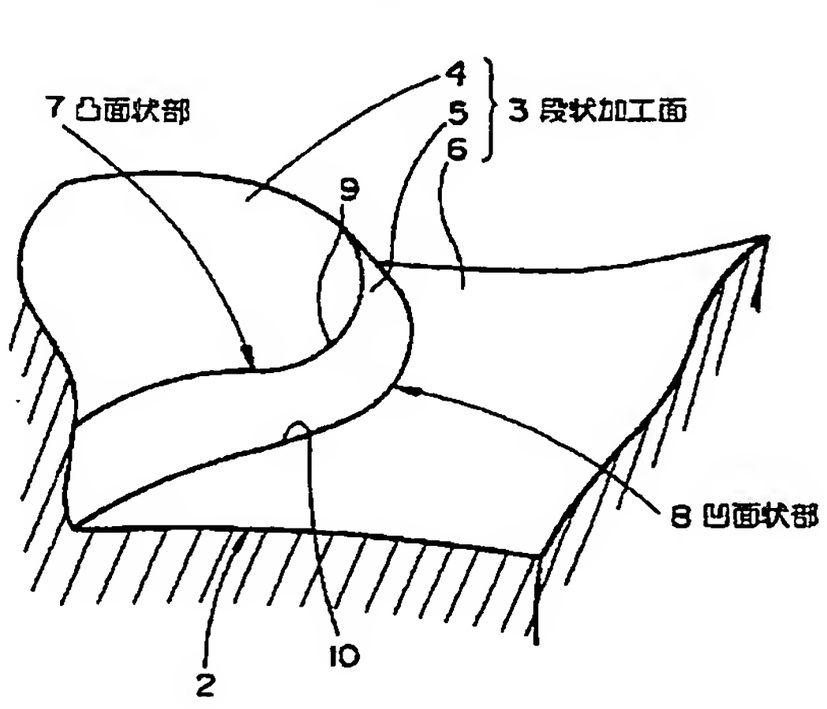
【図１１】この発明の一実施例に係る工具軌跡の説明に供される他の図である。

【符号の説明】

１…工具	２…ワーク
３…段状加工面	４…上面
５…傾斜面	６…底面
７…凸面状部	８…凹面状部
９、１０…稜線	ＣＬ…工具軌跡

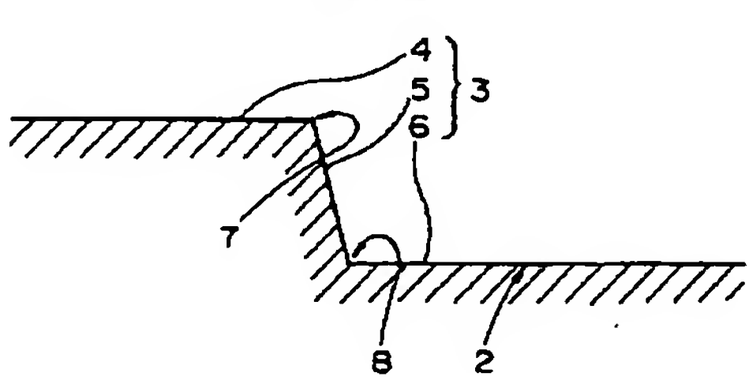
【図１】

FIG. 1



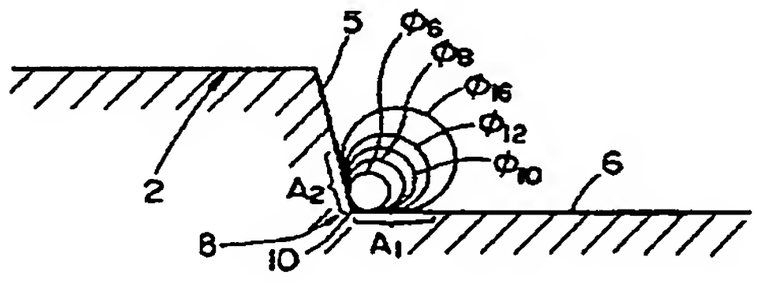
【図２】

FIG. 2



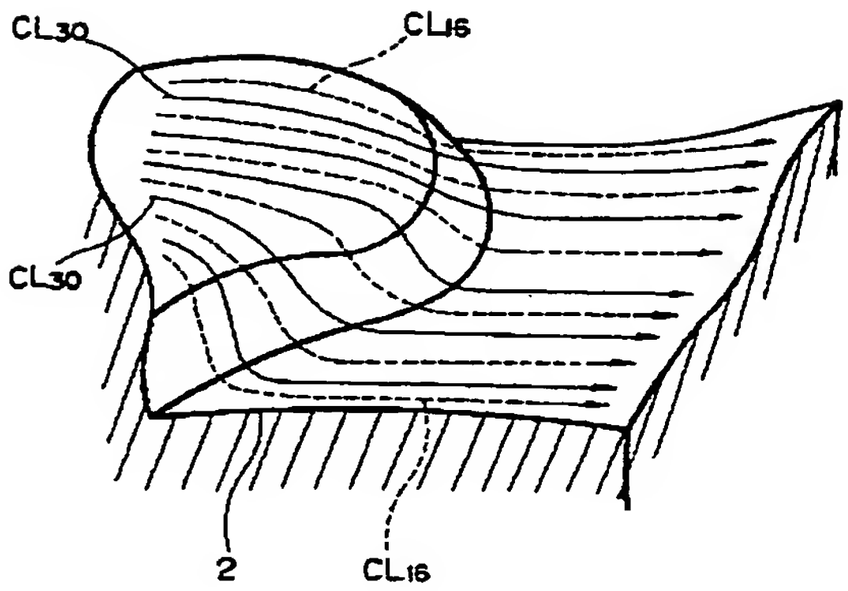
【図６】

FIG. 6



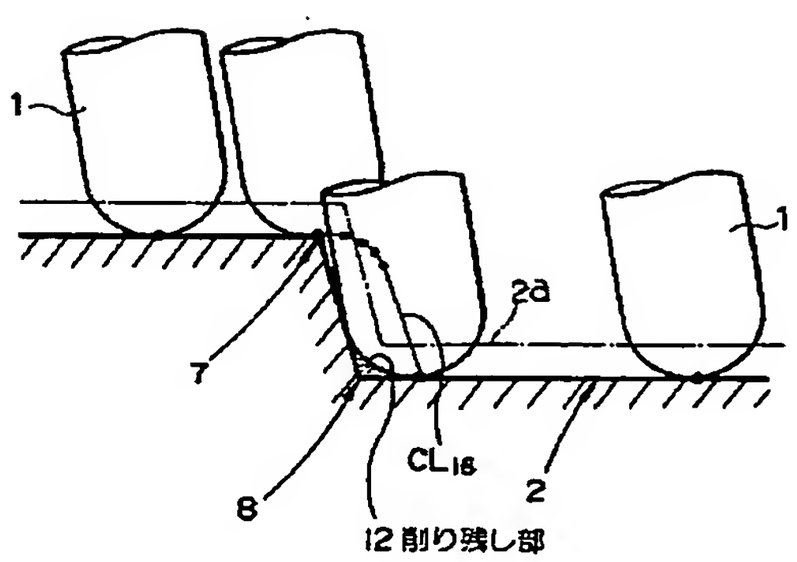
【図３】

FIG. 3



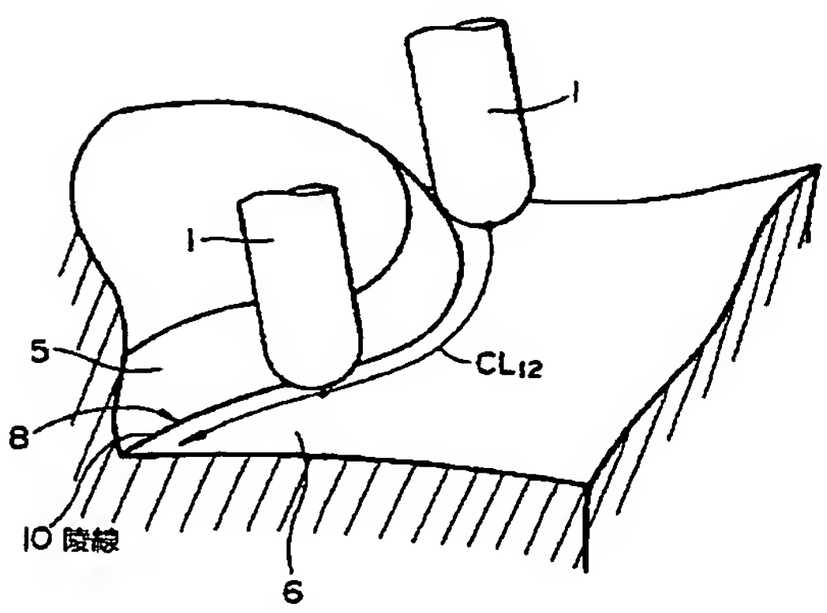
【図４】

FIG. 4



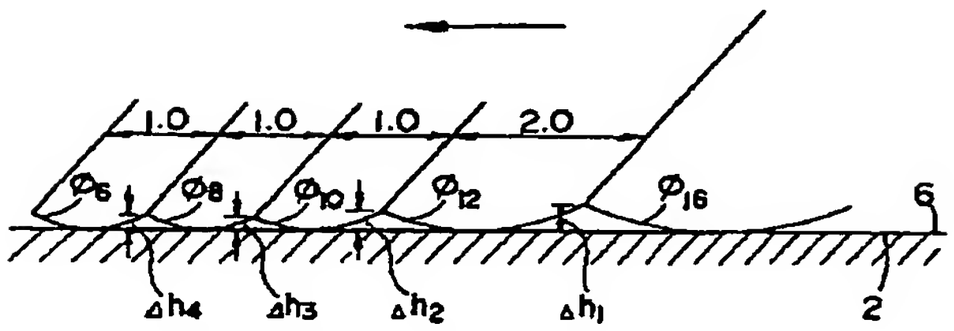
【図５】

FIG. 5



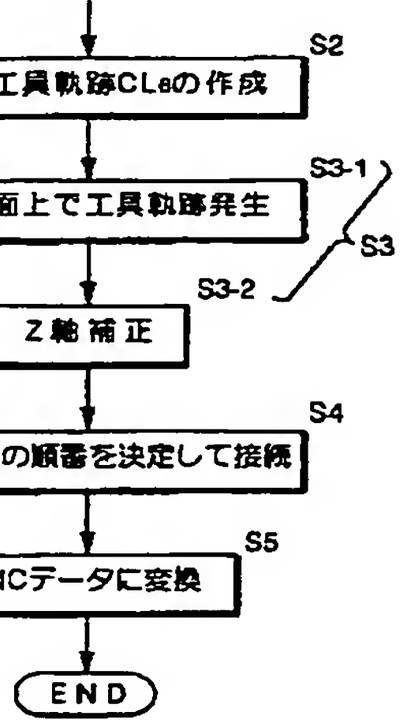
【図７】

FIG. 7



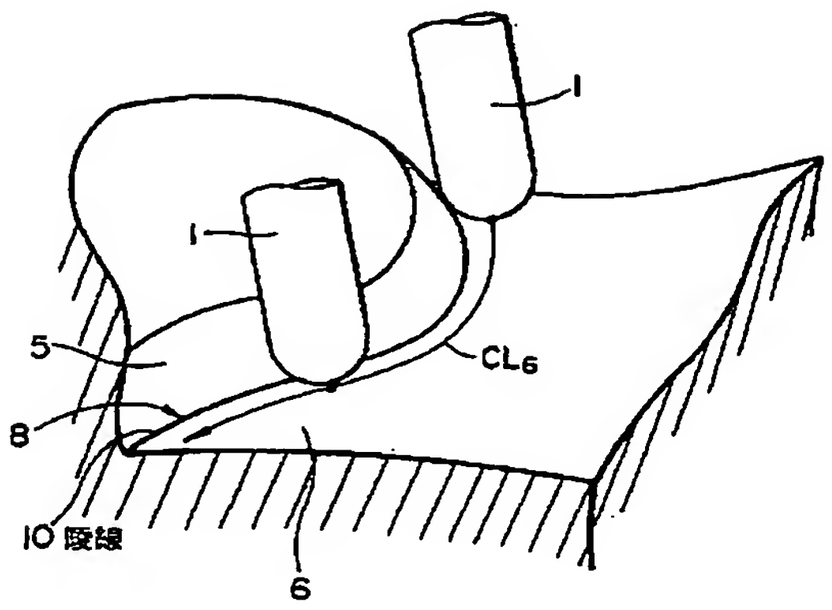
【図８】

FIG. 8



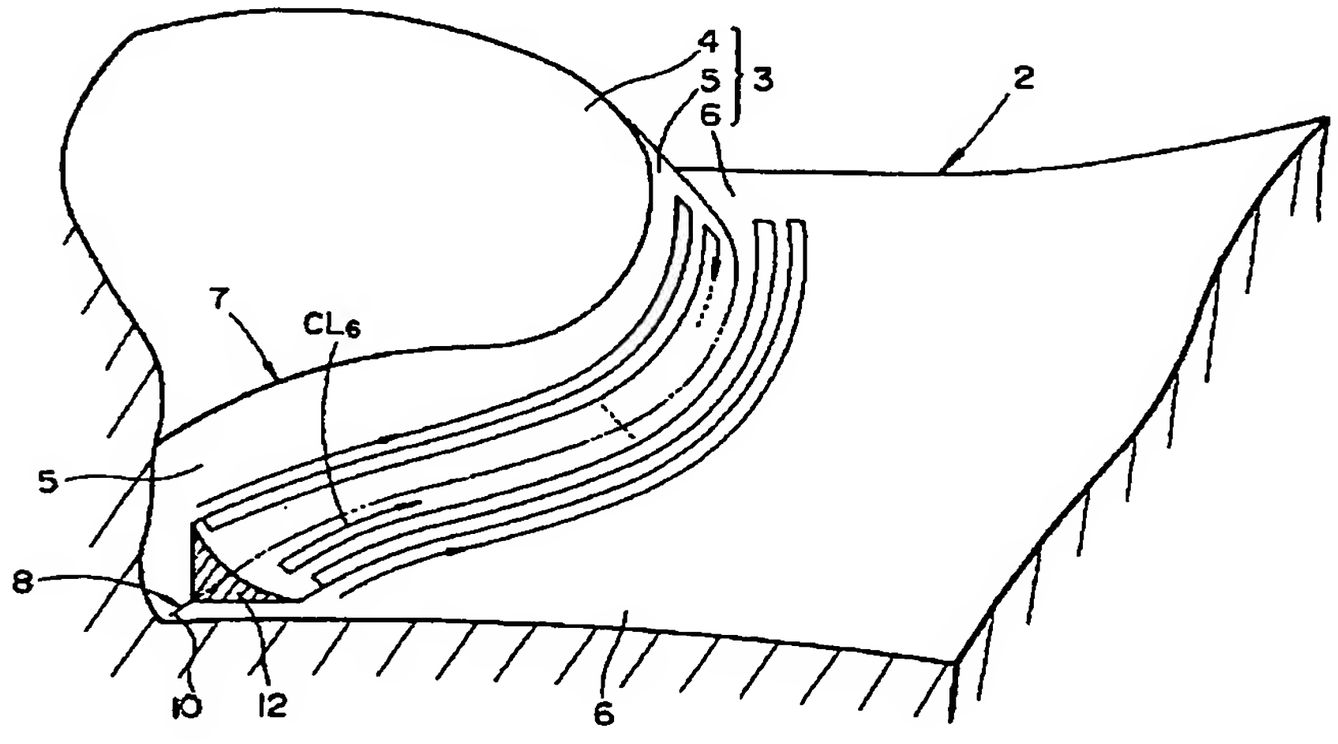
【図９】

FIG. 9



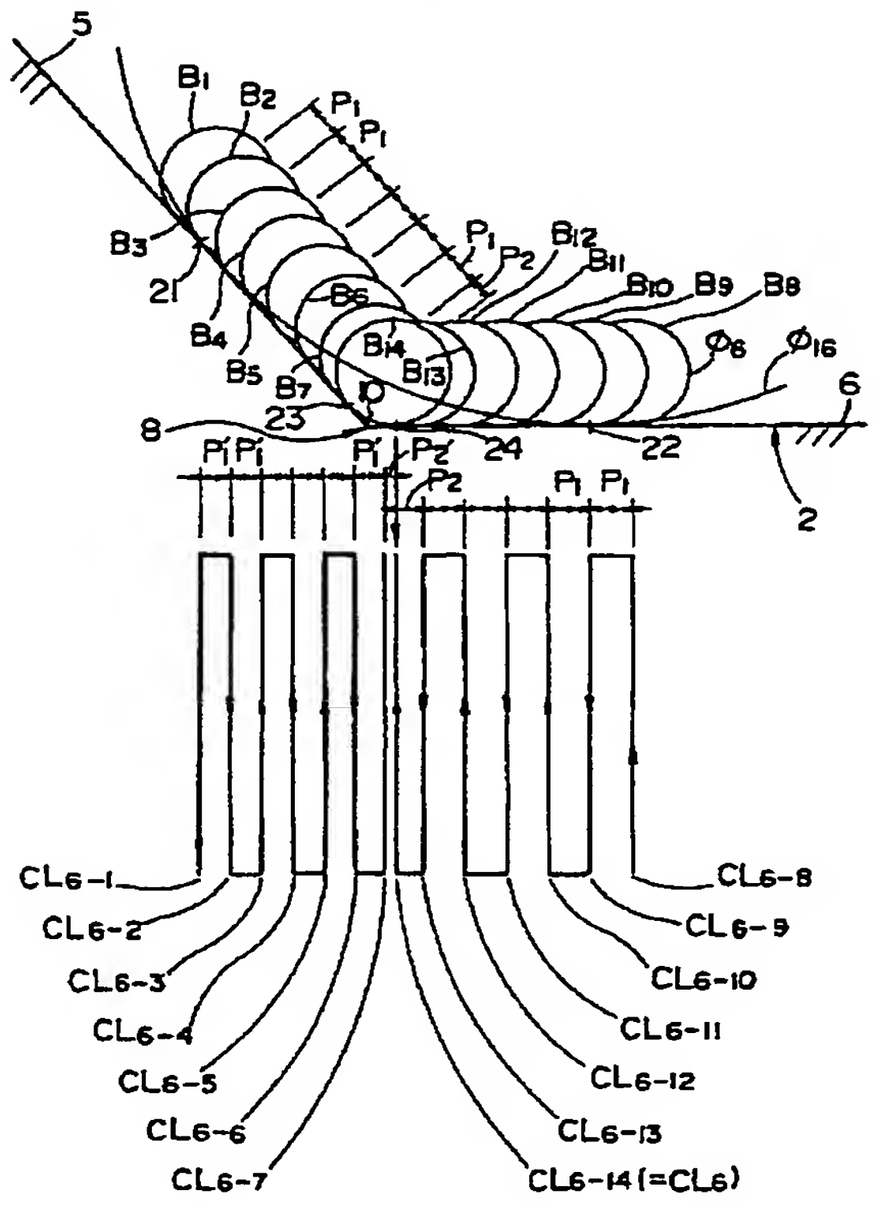
【図１０】

FIG. 10



【図１１】

FIG. 11


5
B1
B2
P1
P1
B3
21
P1
P2
B12
B11
B10
B9
B8
B6
B4
B14
B13
B5
B7
23
D
8
P'1 P'1
P'1
P2'
24
22
6
P2
P1 P1
2
CL6-1
CL6-2
CL6-3
CL6-4
CL6-5
CL6-6
CL6-7
CL6-8
CL6-9
CL6-10
CL6-11
CL6-12
CL6-13
CL6-14(=CL6)